



OVERHAUL DE UNA PLANTA DE TRITURACIÓN MÓVIL

DAVID MEJÍA ESCOBAR

UNIVERSIDAD EAFIT  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MEDELLÍN  
2011

# OVERHAUL DE UNA PLANTA DE TRITURACIÓN MÓVIL

David Mejía Escobar

200610088014

Asesor:

Juan Santiago Villegas

UNIVERSIDAD EAFIT  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MEDELLÍN  
2011

## CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN .....	7
OBJETIVOS .....	9
1.    CAPÍTULO 0 .....	11
1.1.    TIPOS DE TRITURADORAS .....	13
1.1.1.    TRITURADORA DE MANDÍBULAS .....	14
1.1.2.    TRITURADORAS DE CONO .....	14
1.1.3.    TRITURADORAS DE QUIJADAS .....	15
1.1.4.    TRITURADORAS DE IMPACTO.....	15
1.1.5.    TRITURADORAS DE MARTILLO.....	16
1.2.    PLANTAS MÓVILES DE TRITURACIÓN .....	17
2.    CAPÍTULO 1 .....	19
3.    CAPÍTULO 2 .....	21
4.    CAPÍTULO 3 .....	25
5.    CAPÍTULO 4 .....	28
5.1.    TRANSPORTE DE LA PLANTA DE TRITURACIÓN A LA OBRA .....	28
5.2.    MONTAJE DE LA PLANTA DE TRITURACIÓN EN LA OBRA.....	32
6.    CAPÍTULO 5 .....	34
7.    CAPÍTULO 6 .....	36
8.    CAPÍTULO 7 .....	38
CONCLUSIONES.....	41
BIBLIOGRAFIA .....	43
ANEXOS .....	45

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Mapa del proyecto.....	8
Ilustración 2 Symons “pillar shaft” gyratory crusher.....	11
Ilustración 3. Planta de trituración Astecnia.....	12
Ilustración 4. Planta de trituración Metso.....	13
Ilustración 5. Trituradora de mandíbulas marca Zenith. ....	14
Ilustración 6. Trituradora de cono Telsmith 48S.....	15
Ilustración 7. Trituradora de impacto marca Henan Liming Road & Bridge Heavy Industry Co. ....	16
Ilustración 8. Trituradora de martillo marca Henan Liming Road & Bridge Heavy Industry Co. ....	17
Ilustración 9. Planta móvil de trituración Metso. ....	18
Ilustración 10. Planta de trituración primaria Astecnia LB9664. ....	20
Ilustración 11. Cono Telsmith 48S en predios de Agregados del Norte. ....	22
Ilustración 12. Planta secundaria de trituración Astecnia. ....	23
Ilustración 13. Zaranda vibratoria y bandas transportadoras.....	23
Ilustración 14. Reparación con plataforma de elevación. ....	25
Ilustración 15. Reparación de motores.....	26
Ilustración 16. Reparación de polea de motor.....	26
Ilustración 17 . Restauración de ejes de los rodillos.....	27
Ilustración 18. Reparación contenedor con mandos de control.....	27
Ilustración 19. . Tractomula International 7600 en el primer viaje. ....	29
Ilustración 20. . Secundaria Astecnia con cono triturador y zaranda vibratoria. ....	30
Ilustración 21. Camioneta escolta del segundo desplazamiento.....	30
Ilustración 22. Transporte del contenedor con los mandos de control. ....	31
Ilustración 23. Camión Ford del último viaje.....	32
Ilustración 24. Montaje de la primaria de trituración Astecnia. ....	33
Ilustración 25. Pruebas del funcionamiento del conjunto de trituración.....	35
Ilustración 26. Revisión y mantenimiento de la trituradora. ....	37

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Mantenimientos de la planta de trituración.....	36
Tabla 2. Costo de la mano de obra .....	38
Tabla 3. Costo de los desplazamientos.....	39
Tabla 4. Costo total del proyecto.....	40
Tabla 5. Componentes utilizados en el overhaul.....	45

## INTRODUCCIÓN

El área que equipos y mantenimiento de la Constructora Concreto S.A. cuenta con gran variedad de maquinaria para construcción, tanto para infraestructura, vivienda, comercio e industria en toda el área del territorio nacional e internacional. Dependiendo de las obras que se encuentren en ejecución en el día a día, y de las solicitudes de equipos que se le hagan a la compañía, es que se tiene disponible la maquinaria para los diferentes tipos de proyectos que se estén llevando a cabo.

Sabiendo que en la actualidad se vienen desarrollando varias obras de infraestructura vial en nuestro país por parte de la Constructora Concreto, se requiere poner a disposición una planta de trituración de material móvil. Estas plantas móviles de trituración tienen una gran importancia dentro de los proyectos de infraestructura debido a que hacen más fácil la consecución de sus provisiones de materiales, lo cual aumenta la eficiencia del proyecto y por tal razón rebaja su costo.

A su vez, estas trituradoras ofrecen ventajas en cuanto a transporte e instalación, y por este motivo son tan importantes, ya que su versatilidad disminuye tiempos valiosos durante la ejecución de los proyectos.

Por otro lado, dependiendo de los tipos de materiales que se necesiten dentro de la obra, estas plantas de trituración pueden tener tantas etapas como tipos de material se requieran; esto quiere decir que se pueden sacar materiales de muchos tamaños; ya sea teniendo muchos equipos para extraerlos o haciendo reprocesos por medio de bandas transportadoras.

La planta de trituración móvil que requiere la doble calzada Cisneros-Loboguerrero fue utilizada por última vez en el proyecto de hidroeléctrica Porce III, y fue devuelta al área de equipos y mantenimiento en el año 2.008; momento desde el cual se mantiene guardada y sin ningún tipo de mantenimiento. Por tal motivo, el

proyecto consiste en el overhaul –revisión y reparación- y puesta en marcha de una planta de trituración de material móvil solicitada por el proyecto de doble calzada Cisneros-Loboguerrero al área de equipos y mantenimiento de la Constructora Concreto S.A.

La vía tiene contemplada la construcción de una calzada, 12 túneles (entre 320 y 890 m de longitud), 6 puentes (entre 35 y 172 m de longitud), para un total de 13.3 km en la nueva vía; además el mejoramiento de la calzada existente con una longitud de 12.9 km. *Ilustración 1.* Por tal motivo, la obra pretende explotar los materiales que se encuentran en el terreno y a su vez tratarlos para sacarles provecho a estos mismos, lo cual genera un gran ahorro de costos además del una mayor eficiencia. (Constructora Concreto S.A., 2010)

Ilustración 1 Mapa del proyecto.



(@, Constructora Concreto S.A., 2010)

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Recuperar y poner en funcionamiento una planta de trituración móvil de la Constructora Conconcreto S.A.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

#### OBJETIVO 1

Conocer y entender los diferentes métodos de trituración de materiales y un poco de su historia.

#### OBJETIVO 2

Estudiar los principios de funcionamiento de las diferentes trituradoras para encontrar un modelo ideal que cumpla las necesidades que requiera la Constructora Conconcreto S.A.

#### OBJETIVO 3

Identificar los diferentes componentes de una planta de trituración que se encuentran distribuidos en diferentes zonas del predio de Agregados del Norte para así ejecutar la logística necesaria para concentrar todos los elementos de la trituradora en el taller de equipos de la Constructora Conconcreto S.A.

#### OBJETIVO 4

Inspeccionar exhaustivamente todos los componentes de la trituradora para encontrar las fallas que esta presenta, para así, realizar el pedido de todos los repuestos requeridos y poder ejecutar el mantenimiento tanto en el aspecto físico, como en el mecánico, eléctrico y electrónico de todos los componentes del equipo.

#### OBJETIVO 5

Diseñar y ejecutar la logística necesaria para transportar y realizar el montaje de la planta de trituración móvil en el proyecto.

#### OBJETIVO 6

Terminar la puesta a punto e iniciar la operación de la planta de trituración en la obra de doble calzada entre Loboguerrero y Cisneros.

#### OBJETIVO 7

Realizar los mantenimientos de la planta de trituración móvil adecuados en el sitio de trabajo.

#### OBJETIVO 8

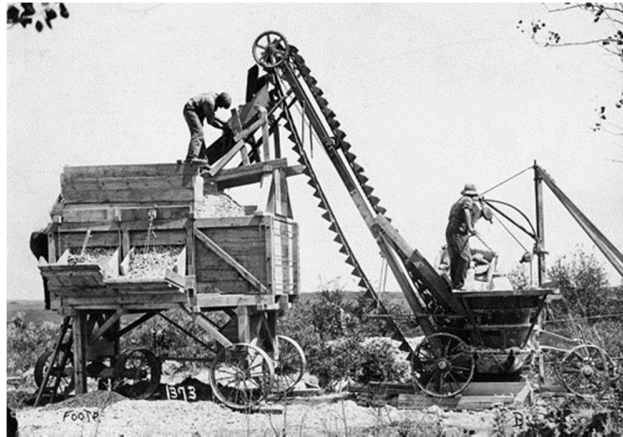
Obtener el análisis costos y la rentabilidad económica del proyecto.

## 1. CAPÍTULO 0

### HISTORIA DE LOS MÉTODOS DE TRITURACIÓN

Las primeras trituradoras de material aparecieron a principios de 1.900, después de creada *Smith & Post Company* en el año 1.906. Observando los avances tecnológicos de la época y viendo la llegada del automóvil, los señores Thomas L. Smith y Paul W, lanzaron al mercado en el año 1.908 las primeras 50 unidades de trituradoras giratorias por medio de ejes *Ilustración 2.* (Telsmith, @)

Ilustración 2 Symons “pillar shaft” gyratory crusher.



(@, Telsmith, 2010)

Antes del año 1.920 se separó la compañía y se creó Telsmith, la cual después de muchos estudios y viendo las distintas necesidades de sacar más tipos de materiales, para el final de los años 50 se consolidó y sacó al mercado las trituradoras de mandíbulas, las zarandas vibratorias y mejoró la trituradora giratoria de conos.

Después de esto, Telsmith ha sido considerada una de las más reconocidas marcas de trituradoras; y junto a otras marcas como lo son Astecnia a nivel nacional o Zenith internacionalmente entre otras, es de las mas compradas para realizar estos procesos.

A nivel nacional, Astecnia, la cual es la marca de las trituradoras que posee Conconcreto S.A. ha sido la más utilizada para las obras de infraestructura de donde se extrae material en el territorio colombiano; puesto que desde hace 25 años ha entrado al mercado de maquinaria pesada proporcionando calidad, confiabilidad y tecnología, trabajando con los clientes y para los clientes. (Astecnia,@).

Ilustración 3. Planta de trituración Astecnia.



(@, Astecnia, 2010)

Otra conocida e importante marca de este tipo de maquinarias, es Metso; esta compañía aparte de tener plantas de trituración, posee gran variedad de maquinarias para actividades de minería y construcción.

Al igual que la planta de trituración móvil marca Astecnia LB9664, el proyecto hidroeléctrico Porce III, también cuenta con otra planta de trituración, que operará hasta que terminen todas las obras civiles dentro de este megaproyecto de ingeniería; esta es una planta Metso la cual cuenta con un cono de quijadas, un sistema de bandas transportadoras y dos zarandas vibratorias. *Ilustración 5*. Estas plantas son de suma importancia dentro de estos grandes proyectos, debido a que sacan materiales de construcción del lugar donde después de realizar el proceso se vuelve a utilizar el triturado para los diferentes tipos de usos que requiera la

obra, sin necesidad de tener que desplazarse a otra cantera ajena o particular para comprar el material agregado. (Constructora Concreto S.A., 2010)

Ilustración 4. Planta de trituración Metso.



(Elaboración propia, Constructora Concreto S.A., 2010)

En la actualidad debido al avance de la tecnología, el promedio de los últimos años en el crecimiento del desarrollo de grandes proyectos tanto de construcción de infraestructura como de producción a nivel mundial es de 13,16%. Por tal motivo, la maquinaria de trituración toma un papel importante y esencial, ya que todos los materiales y minerales que se necesitan para estos procesos salen de la naturaleza y tienen que ser tratados para obtener los tamaños indicados según el uso que se les vaya a dar. (Camacol, @)

A continuación veremos los diferentes tipos de trituradoras que existen para cada una de los usos que se le vaya a dar al material:

### 1.1. TIPOS DE TRITURADORAS

Las trituradoras se clasifican según la forma de demolición del material que se va a tratar durante el proceso, y esto debido a que los tamaños del material a demoler son muy variables dependiendo de la aplicación y la cantera de la que

este sale, por tal motivo, el tamaño de la abertura de alimentación de la trituradora y del tamaño de producto que se desee obtener son datos claves para la adquisición de estos equipos. (Constructora Conconcreto S.A., 2010)

#### 1.1.1. TRITURADORA DE MANDÍBULAS

Las trituradoras de mandíbulas son utilizadas para la trituración primaria o secundaria y su funcionamiento es mediante un movimiento pendular, por el cual se procesa el material de la cantera debido a la compresión entre dos superficies, una móvil y una fija. (Astecnia, @)

Ilustración 5. Trituradora de mandíbulas marca Zenith.



(@, Zenith, 2010)

#### 1.1.2. TRITURADORAS DE CONO

Las trituradoras de cono son utilizadas desde aplicaciones de trituración secundaria en adelante, debido al movimiento circular en un eje excéntrico de un manto (móvil), el cual arroja el material hacia otro manto (fijo) para triturar el material por medio del impacto de estos. (Astecnia, @)

Ilustración 6. Trituradora de cono Telsmith 48S.



(Elaboración propia, Constructora Conconcreto S.A., 2010)

#### 1.1.3. TRITURADORAS DE QUIJADAS

Las trituradoras de quijadas son muy similares a las de mandíbulas, se usan principalmente para triturar materiales grandes y varios minerales, estas brindan un gran ahorro de energía y una gran eficiencia a la hora de trabajar debido a su gran capacidad de alimentación y a su volumen de producción. (Break-day, @)

#### 1.1.4. TRITURADORAS DE IMPACTO

Las trituradoras de impacto son un poco más modernas y sencillas, se pueden usar en la trituración primaria, secundaria o terciaria; a su vez y pueden controlar la granularidad a la salida del proceso. (Break-day, @)

Ilustración 7. Trituradora de impacto marca Henan Liming Road & Bridge Heavy Industry Co.



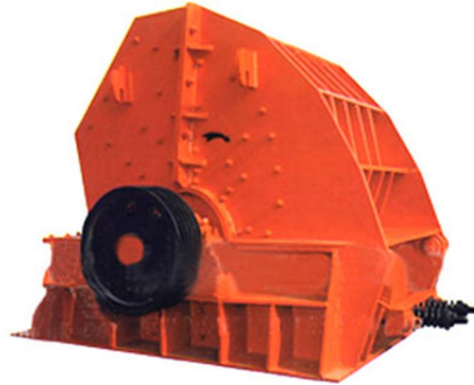
(@, Break-day, 2010)

#### 1.1.5. TRITURADORAS DE MARTILLO

Las trituradoras de martillo trituran por medio de golpes entre el martillo de alta velocidad y el material, presenta estructura simple, alta reducción de ración y alta eficiencia. Fue desarrollada para la trituración seca y mojada de materiales quebradizos y semi duros.

En esta, el motor impulsa al rotor a rotar a una alta velocidad a través de la cinta, y en el rotor hay una serie de martillos. Cuando el material entra en el área de trabajo de martillos, son triturados por los martillos de rotación con alta velocidad rotativa, los productos que son triturados para alcanzar el tamaño requerido pueden ser descargados por la salida y obtener el producto final, los productos con un tamaño mayor son llevados nuevamente al área de trituración por los martillos para ser re triturados hasta que alcancen el tamaño deseado. (Break-day, @)

Ilustración 8. Trituradora de martillo marca Henan Liming Road & Bridge Heavy Industry Co.



(@, Break-day, 2010)

## 1.2. PLANTAS MÓVILES DE TRITURACIÓN

Las plantas móviles de trituración son en sí un conjunto de trituradoras de varios tipos que realizan dependiendo del tipo de obra en las que estén ubicadas, no solo el proceso de trituración de material en un tamaño, sino también la selección de diferentes productos clasificándolos según las diferentes actividades que realice el proyecto.

Estas, pueden tener tantos procesos como productos se necesiten sacar, así, por medio de una zaranda vibratoria va clasificando los minerales o reprocesándolos según se requiera en el momento indicado. (Constructora Conconcreto S.A., 2010)

Ilustración 9. Planta móvil de trituración Metso.



(@, Metso, 2011)

## 2. CAPÍTULO 1

### PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE LA TRITURADORA QUE NECESITA LA CONSTRUCTORA CONCRETO S.A. PARA EL PROYECTO

Debido al gran número de obras de infraestructura que tiene en estos momentos la Constructora Concreto S.A., se vienen presentando diversas peticiones de equipos al taller de la compañía para que se envíen estos a suplir necesidades tanto de movimiento de tierra, de transporte, neumáticos, de bombeo y de trituración, entre otros.

En el caso específico de la obra de ampliación de la doble calzada entre Loboguerrero y Cisneros, el consorcio que maneja el proyecto requiere de una planta de trituración móvil, para así poder satisfacer sus necesidades de materiales, aprovechando los recursos que pueden obtener de este terreno que se va a explotar.

Partiendo de que algunos de los ingenieros que están con este consorcio de Loboguerrero ya llevan muchos de sus años de experiencia trabajando para las obras de la Constructora Concreto S.A. y conocen de la maquinaria que posee la empresa, se solicita por parte de ellos al área de equipos la petición de una de las plantas de trituración móvil que esté disponible y en buen estado para poner en marcha la ejecución de tal proyecto. (Constructora Concreto S.A., 2010)

A partir de dicha petición, se procede a observar las dos plantas de trituración móvil que se encuentran en el taller de equipos y mantenimiento de la constructora Concreto S.A. y se encuentra que una tiene capacidad de triturar material hasta de 20x36 pulgadas de tamaño y la otra hasta de 27x36 pulgadas. Debido a esta observación, se analizan los alcances de la obra de doble calzada y se deduce que la planta de trituración móvil más apropiada para la realización de

dicho proyecto es la de mayor tamaño de las dos que se encuentran en la compañía. (Constructora Conconcreto S.A., 2010)

La planta de trituración primaria móvil Astecnia LB9664 de 27x36 pulgadas de mandíbulas, es la elegida entonces para poner a punto y poder trasladar al proyecto junto con una trituradora de cono Telsmith 48S incluido en una secundaria Astecnia con zaranda, un tornillo lavador Astecnia y todo el conjunto de bandas transportadoras. (Constructora Conconcreto S.A., 2010)

Ilustración 10. Planta de trituración primaria Astecnia LB9664.



(Elaboración propia, Constructora Conconcreto S.A., 2010)

### 3. CAPÍTULO 2

#### IDENTIFICACIÓN Y TRANSPORTE DE LAS PARTES AL TALLER DE EQUIPOS PARA SU REVISIÓN Y REPARACIÓN

El área de equipos y mantenimiento de la Constructora Conconcreto S.A., se encuentra ubicada en predios de Agregados y Prefabricados del Norte, empresa del mismo grupo empresarial de la compañía, en la ciudad de Girardota Antioquia Colombia. En dichos predios, se encuentran distribuidas en distintas partes los componentes que se necesitan para la reconstrucción de la planta de trituración que se pretende poner en operación en el proyecto de doble calzada entre Loboguerrero y Cisneros.

La realización de la planeación y la logística se inicia básicamente haciendo una visita a la cantera de Agregados y Prefabricados del Norte, allí se encontró que los componentes de la planta de trituración (primaria, secundaria, tornillo lavador, zaranda vibratoria, cono de trituración y las diferentes bandas transportadoras) *Ilustración 11*, estaban distribuidas en diversas locaciones y junto a otras pertenencias de la empresa como lo son tramos de torre grúas, contenedores, grúas telescópicas, formaletería, una dosificadora REX y la otra planta de trituración para materiales de 20x36 pulgadas. Pese a tener que lidiar con tantos inconvenientes, se realizó el estudio de cuantos viajes y que equipos se necesitaban para poder hacer el traslado de estos equipos y aquí se concluyó que era necesario contar con la presencia de una grúa telescópica P&H Kobelco T400, tracto-camiones, volquetas y cargadores para poder realizar esta operación en el menor tiempo posible. (Constructora Conconcreto S.A., 2010)

Ilustración 11. Cono Telsmith 48S en predios de Agregados del Norte.



(Elaboración propia, Constructora Conconcreto S.A., 2010)

El proceso se planea para llevarse a cabo en 4 semanas, por tal motivo después de identificar cada una de las partes, se procede a programar la maquinaria y la gente necesaria para realizar el movimiento de equipos en el menor tiempo posible.

Inicialmente se dispone de una grúa telescópica de 40 toneladas (P&H Kobelco T400) para despejar el terreno y poder llegar a cada una de las partes con mayor facilidad y así empezar a trasladar tanto la primaria como la secundaria enganchadas en los tractomulas, puesto que son las principales partes que conforman la planta de trituración. *Ilustración 12.*

Ilustración 12. Planta secundaria de trituración Astecnia.



(Elaboración propia, Constructora Conconcreto S.A., 2010)

Después de haber trasladado los pilares esenciales de la planta de trituración, se procede a llevar lo que son el cono Telsmith, la zaranda vibratoria *Ilustración 13* y el tornillo lavador, con lo cual hay que contar con la presencia de cama bajas para su transporte, dejando claro que se necesita contar con el apoyo de la grúa telescópica ya que son componentes que pueden llegar a pesar hasta 20.3 toneladas. (Catalogo Astecnia S.A., 2010)

Ilustración 13. Zaranda vibratoria y bandas transportadoras.



(Elaboración propia, Constructora Conconcreto, 2010)

Finalmente y en una de las tareas de mayor rigurosidad y atención por la cantidad de componentes de menor tamaño se procede a transportar lo que son bandas transportadoras, rodillos, soportes de los componentes, tolvas de recepción de material, chuts repartidores, plataformas, resortes, pasamanos y escaleras. Para

esta tarea, se utilizó un cargador volvo L90E y volquetas doble troque para los transportes, y obviamente contando con la grúa que se utilizó para todo el proceso de cargue.

Todo este proceso desde la identificación hasta el descargue en el taller de los componentes se llevó a cabo en 4 semanas y contando con dos grúas telescópicas (una para el cargue y otra para el descargue), dos tractomulas, dos volquetas doble troque, un cargador L90E y aproximadamente la presencia de 12 trabajadores de la Constructora Conconcreto S.A.

## 4. CAPÍTULO 3

### INSPECCIÓN Y REPARACIÓN DE COMPONENTES

Viendo las condiciones físicas de cada una de las partes de la planta de trituración móvil Astecnia, y conociendo las condiciones climatológicas en las que se encontraba desde hacía 3 años que había llegado del proyecto hidroeléctrico Porce III y se había abandonado en predios de Agregados y Prefabricados del Norte a la intemperie; se da inicio en primera instancia con el proceso de reparación de latonería y pintura de los componentes, ya que este era el ítem que más tiempo tomaba y en el cual había que realizar trabajos de soldadura, lijada y pintura de todos los componentes de la planta de trituración. *Ilustración 14.*

Ilustración 14. Reparación con plataforma de elevación.



(Elaboración propia, Constructora Conconcreto S.A., 2010)

Posteriormente, se comienza a desmontar cada uno de los motores que hacen posible el funcionamiento del proceso, donde se encontró que la mayoría había que hacerles un proceso de secado a los rotores, debido a que aunque siendo motores tropicalizados, no soportaron tanta agua y humedad, por tal razón al momento de hacer el megado de estos, se fueron a cero; lo que conllevó a un proceso de secado. *Ilustración 15.* Aparte de esto, después de realizar el secado

de los motores, se verificaron todas las conexiones, se lubricaron y se rectificaron las poleas de los motores. Ilustración 16. (Constructora Conconcreto S.A., 2010)

Ilustración 15. Reparación de motores.



(Elaboración propia, Constructora Conconcreto S.A., 2010)

Ilustración 16. Reparación de polea de motor.



(Elaboración propia, Constructora Conconcreto S.A., 2010)

Por otro lado, a los rodillos de las bandas transportadoras se les cambiaron los rodamientos y rectificaron sus ejes mediante procesos de soldadura y torneado debido a que ya presentaban un desgaste que generaba una tolerancia de 3mm aproximadamente entre el agujero y el eje. *Ilustración 17*. Este proceso al igual que todos los anteriores se realizó utilizando personal y herramientas del propio taller de la Constructora Conconcreto.

Ilustración 17 . Restauración de ejes de los rodillos.



(Elaboración propia, Constructora Conconcreto S.A., 2010)

En cuanto al manejo y operación de la trituradora, era necesario tener una puesta a punto del tablero de control de la máquina, el cual se encuentra en un contenedor que también se reconstruyó, y desde donde se realiza toda la operación de esta misma. En esta revisión el punto de interés se centra en la limpieza de todos los contactos, cambio de cableado y restauración de tableros eléctricos. *Ilustración 18.*

Ilustración 18. Reparación contenedor con mandos de control.



(Elaboración propia, Constructora Conconcreto S.A., 2010)

## 5. CAPÍTULO 4

### TRANSPORTE Y MONTAJE DE LA PLANTA DE TRITURACIÓN MÓVIL EN EL PROYECTO

Cuando se alcanza el 80% del proceso de inspección y reparación de los componentes de la planta de trituración, comienza a partir de la semana 14 de trabajo, la logística para poder desplazar todos los componentes de la trituradora desde el área de equipos y mantenimiento ubicada en Antioquia – Colombia; hasta el lugar donde se está haciendo la ampliación de la doble calzada entre Loboguerrero – Cisneros, ubicada en el Valle del Cauca – Colombia.

#### 5.1. TRANSPORTE DE LA PLANTA DE TRITURACIÓN A LA OBRA

Estos movimientos de emplazamiento se hacen durante 5 semanas, en las cuales se cuenta con la presencia de 7 vehículos; 6 de los cuales fueron de la Constructora Conconcreto S.A. y uno fue contratado a la empresa Transportes Colombia S.A. En total fueron necesarios 6 viajes, los cuales se fueron llevando a cabo a medida que se alistaban las diferentes partes de la planta de trituración, estos se distribuyeron de la siguiente manera:

El primer viaje se realiza con una tractomula International 7600, y en este se llevaron los primeros elementos que estuvieron listos tras haberse sometido a las reparaciones realizadas en el taller, tales como: las plataformas de las bandas con sus pasamanos, las tolvas de la primaria y de la zaranda, bandas transportadoras, el chut de la primaria junto con otros chutes desalojadores, algunas bases tanto de la zaranda como de la primaria, y todos los resortes de la zaranda. *Ilustración 19.*

Ilustración 19. . Tractomula International 7600 en el primer viaje.



(Elaboración propia, Constructora Conconcreto S.A., 2010)

El segundo y más importante desplazamiento de partes de la trituradora, tiene consigo la presencia de cuatro vehículos de la Constructora Conconcreto S.A., debido a que se enviaron a la obra tanto el chasis de la primaria con su trituradora de mandíbulas, como el de la secundaria con su cono triturador y la zaranda vibratoria *Ilustración 20*; cada uno de estos en una tractomula y con su respectiva camioneta, que a la vez de servir como escolta de cada tractomula, llevaba en su volcó otras partes de la planta, entre las cuales sobresalen, plataformas y bases del chasis *Ilustración 21*.

Este es el movimiento más dispendioso durante todo el proyecto debido a la magnitud y al peso de cada uno de los componentes que se le engancharon a las tractomulas, por tal motivo, fue necesario contar con mucha pericia al conducir las por las vías del territorio nacional.

Ilustración 20. . Secundaria Astecnia con cono triturador y zaranda vibratoria.



(Elaboración propia, Constructora Conconcreto S.A., 2010)

Ilustración 21. Camioneta escolta del segundo desplazamiento.



(Elaboración propia, Constructora Conconcreto S.A., 2010)

Ya después de tener listo el desplazamiento de las partes más importantes de la planta de trituración móvil, necesarias en la obra para poder empezar a organizar las bases de los cimientos donde va a quedar instalada definitivamente, se planea el desplazamiento que lleva entre sí, un tornillo lavador de arena Astecnia, bandas transportadoras, chutes repartidores, tolvas, y bases del chasis.

Tras los avances en la instalación de las partes ya encontradas en el proyecto, los directores del consorcio solicitaron los mandos de control de la planta para hacer su adecuada instalación y ubicación en la obra; por esta razón, en el cuarto viaje se lleva el contenedor con los controles, cableado, motores de las bandas y

variadores de velocidad, y a su vez, canecas con los rodillos de las bandas, pasamanos, guardas y tolvas. *Ilustración 22.*

Ilustración 22. Transporte del contenedor con los mandos de control.



(Elaboración propia, Constructora Conconcreto S.A., 2010)

Ya para terminar con la planeación de desplazamientos de materiales y partes de la planta de trituración a la obra, se realizan dos viajes; uno por parte de la Constructora Conconcreto, en el cual viajan dos tractomulas Mack, una de las cuales se desplaza a la obra enganchando una cama alta de dos troques, mientras la otra realizó su viaje con una cama baja igualmente de dos troques; diferentes debido a que las leyes de tránsito de la legislación colombiana tienen unas dimensiones para poder realizar los desplazamientos por las carreteras nacionales, y una de estas es que no se puede exceder los 4 metros de ancho para que la carga no sea extra dimensionada. Entre ambos se dedicaron a llevar bandas transportadoras, bases de las estructuras, escaleras, plataformas, chutes repartidores, y un poste de alimentación de energía e iluminación. Todos y cada uno de estos elementos, representan un valor de vital importancia para el ensamblaje total de la planta y éxito del montaje. (Presidencia, @)

El otro con un vehículo de Transportes Colombia equipado con una cama alta de tres troques, para así llevar los ítems restantes (chutes, bases, barandas, rodillos,

plataformas, guardas y una escalera de acceso) y culminar definitivamente con esta parte esencial del proyecto. *Ilustración 23.*

Ilustración 23. Camión Ford del último viaje.



(Elaboración propia, Constructora Conconcreto S.A., 2010)

## 5.2. MONTAJE DE LA PLANTA DE TRITURACIÓN EN LA OBRA

Luego de tener todos los implementos necesarios para comenzar el montaje de la planta de trituración móvil en el proyecto de doble calzada, la obra dispone y proporciona un lugar amplio y adecuado para organizar de manera permanente y fija la planta, cuya duración en el proyecto se estima sea mínimo de 2 años. Dicho lugar, deberá estar ubicado en una zona estratégica del proyecto, para poder llevar el material explotado desde todos los frentes de trabajo, para allí tratarlo y poder disponer de cada uno de los tipos y tamaños de producto necesarios para las diferentes aplicaciones de la obra.

Partiendo de lo anteriormente mencionado, se levanta un muro resistente y compactado, que es donde las volquetas llegarán a depositar el material a la tolva receptora de la primaria de trituración (trituradora de mandíbulas) *Ilustración 24*; y a partir de este se fundan los cimientos de las bases a una altura y con unas

propiedades específicas para el óptimo funcionamiento de este primer equipo de la planta. Posteriormente, se instalan las bases de las bandas transportadoras de tal manera que no consuman mucho espacio hasta llegar a la planta de trituración secundaria, debido a que el espacio a pesar de ser amplio, no está extra dimensionado como para no hacer un aprovechamiento y buen uso de este. Ya así, y para terminar, se fundan los últimos cimientos de la planta de trituración secundaria para poder de una manera adecuada, poner en funcionamiento en el menor tiempo posible la planta de trituración móvil requerida por el proyecto.

Ilustración 24. Montaje de la primaria de trituración Astecnia.



(Elaboración propia, Constructora Conconcreto S.A., 2010)

## 6. CAPÍTULO 5

### PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA DE TRITURACIÓN

Tras quince semanas de trabajo por parte de trabajadores de la Constructora Conconcreto S.A. y del Consorcio vial de ampliación y mejoramiento de la doble calzada Loboguerrero – Cisneros, llega el momento poner en funcionamiento la planta de trituración móvil; y es aquí, donde después de tantos contratiempos en el mantenimiento y reparación de cada uno de los componentes de ésta planta, que se verá reflejado el trabajo con sentido humano que se aplicó durante estos casi 4 meses de trabajo.

Ahora bien, estando en la dieciseisava semana, se llega al punto del proyecto en el que se empiezan a realizar pruebas y hacer los ajustes pertinentes previos a la marcha, para poder dar el visto bueno y poner a producir esta planta, que bien puede ser, sino el mas, uno de los equipos más utilizados durante este proyecto debido a que en todo momento se explota el territorio, y como más importante punto, sino se procesa y se obtiene el material ya elaborado, no hay con que trabajar y seguir avanzando en la marcha del proyecto. *Ilustración 25.*

Luego de dos semanas de pruebas, realizando ajustes técnicos y reparando algunos detalles faltantes durante el previo mantenimiento, se pone en funcionamiento la planta de trituración móvil integrada por una primaria de trituración Astecnia LB9664 de mandíbulas, por una secundaria de trituración Astecnia con cono triturador Telsmith 48S y un tornillo lavador de arena Astecnia, acompañado de todo un sistema de bandas transportadoras para llevar los diferentes materiales y productos desde y hacia las diferentes zonas de distribución.

Ilustración 25. Pruebas del funcionamiento del conjunto de trituración.



(Elaboración propia, Constructora Conconcreto S.A., 2010)

## 7. CAPÍTULO 6

### REVISIONES Y MANTENIMIENTOS DURANTE LA OPERACIÓN

Para poder mantener la planta de trituración móvil en un excelente estado y con un rendimiento al 100% de su capacidad, hay que ser muy estricto con el mantenimiento que se le debe realizar al equipo. A continuación, se muestra los intervalos de tiempo en los que se les deben realizar inspecciones a la planta para poder cumplir a cabalidad con la programación de trabajo del proyecto. *Tabla 1.*

Tabla 1. Mantenimientos de la planta de trituración.

TABLA DE MANTENIMIENTOS PERIÓDICOS DE LA PLANTA DE TRITURACIÓN	
REVISIÓN DE MANTENIMIENTO	INTERVALO
Ajustar y apretar los tornillos de las volantes si se requiere	4 horas después de la puesta en marcha
Engrasar los rodamientos del bastidor y del péndulo	Diariamente
Engrasar el tornillo tensor y su pasador	Diariamente
Chequear el ajuste de las cuñas de la mandíbula móvil	Diariamente
Chequear ruidos inusuales y vibraciones durante el funcionamiento	Diariamente
Chequear que no haya obstrucción en los chutes de descarga	Diariamente
Chequear que todos los elementos de fijación estén apretados	Semanalmente
Revisar que no haya fisuras o desgaste en las mandíbulas	Semanalmente
Revisar el tamaño de la descarga	Semanalmente
Inspeccionar daños en los chutes y las tolvas (desgaste)	Semanalmente
Revisar y tensionar las correas	Semanalmente
Inspeccionar mangueras y graseras de todo el sistema	Semanalmente
Revisar el sistema de alarma	Semanalmente
Apretar tornillería de las volantes	Mensualmente

(Manual de operación, mantenimiento y partes, Astecnia S.A, 2008)

Todas y cada una de estas inspecciones hay que realizarlas consiente y rigurosamente para garantizar el buen funcionamiento de la planta de trituración, a su vez, cumpliendo con esta regularidad, se establecerá una rutina propia de servicio para incrementar la eficiencia de la operación. . *Ilustración 26.*

Hay que tener en cuenta que en general todas las rutinas de mantenimiento se deben realizar sin alimentación de energía, a excepción de la inspección de ruidos y vibraciones, la cual se realiza con el equipo encendido pero sin alimentación del material

Ilustración 26. Revisión y mantenimiento de la trituradora.



(Elaboración propia, Constructora Conconcreto S.A., 2010)

## 8. CAPÍTULO 7

### ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROYECTO

Este proceso de overhaul –revisión, reparación y puesta en marcha- de la planta de trituración móvil Astecnia se realiza en 18 semanas y cuenta con la presencia de personal del taller de equipos y mantenimiento, entre estos trabajadores estuvieron interviniendo: mecánicos, eléctricos, operadores de maquinaria pesada (grúas telescópicas), operadores de maquinaria mediana (plataformas de elevación), soldadores, tornero, y variados ayudantes tanto del taller como del proyecto que dan un gran apoyo en la consecución de este logro. El costo de la mano de obra de los trabajos es basado tanto en el tiempo de ejecución, como en el oficio que realice el trabajador en ese determinado momento. *Tabla 2*

Tabla 2. Costo de la mano de obra

COSTO DE TRABAJADORES DURANTE EL OVERHAUL			
OFICIO	TARIFA HORA	HORAS TRABAJADAS	VALOR TOTAL
Operador de trituradora	\$ 14,720	672	\$ 9,891,840
Mecánico de primera	\$ 23,937	192	\$ 4,595,904
Soldador	\$ 18,728	432	\$ 8,090,496
Electricista	\$ 18,728	384	\$ 7,191,552
Ayudantes	\$ 12,000	960	\$ 11,520,000
Operador de equipo pesado	\$ 16,581	80	\$ 1,326,459
Operador de equipo mediano	\$ 14,720	144	\$ 2,119,680

TOTAL	\$ 44,735,931
-------	---------------

(Área de equipos Constructora Concreto S.A., 2010)

Para cumplir con este objetivo, fue necesaria la utilización de varios componentes, los cuales se pueden observar en los Anexos, *Tabla 6*.

El valor de adquisición de estos materiales fue de \$12'174.014 y fue únicamente para los elementos reparados dentro del taller de la Constructora Conconcreto S.A. A parte de estos, también se mandaron a fabricar unos repuestos que son vitales para la operación de la planta; estos son las mandíbulas (fija y móvil) de la planta de trituración primaria, y las mandíbulas (fija y móvil) del cono secundario Telsmith. Dichos repuestos tuvieron un costo de: \$26'063.692 y fueron llevados directamente a la obra para realizar el cambio inmediatamente se terminen de gastar los que tiene instalados al salir del taller pues todavía les queda un periodo de vida corto. (Área de Adquisiciones y logística Constructora Conconcreto S.A., 2010)

Por último, se llega a la parte culminante del proyecto, la cual es el desplazamiento desde el taller de equipos en Girardota, Antioquia hacia la obra entre Loboguerreo – Cisneros, Valle del Cauca; la cual tuvo consigo varios vehículos cuyo costo de desplazamiento se encuentra en la siguiente tabla.

*Tabla 3.*

Tabla 3. Costo de los desplazamientos.

COSTO DE TRANSPORTE AL PROYECTO		
DESPLAZAMIENTO	TRANSPORTE	VALOR
Primero	Tractomula con cama alta	\$ 2,500,000
Segundo	Tractomula con planta primaria	\$ 2,500,000
	Tractomula con plata secundaria	\$ 2,500,000
	Camioneta Dmax	\$ 500,000
	Camioneta Dmax	\$ 500,000
Tercero	Tractomula con cama alta	\$ 2,500,000
Cuarto	Camion FSR	\$ 1,800,000
Quinto	Tractomula con cama alta	\$ 2,500,000
	Tractomula con cama baja	\$ 3,500,000
Sexto	Tractomula con cama alta	\$ 2,500,000
TOTAL		\$ 21,300,000

(Área de Adquisiciones y logística Constructora Conconcreto S.A., 2010)

Con todo esto, culminando este capítulo, se muestra el costo total del overhaul – revisión, reparación, transporte y puesta en marcha – donde se observa tanto el costo de los materiales, como los de mano de obra y desplazamientos. *Tabla 4.*

Tabla 4. Costo total del proyecto.

COSTO TOTAL DEL OVERHAUL Y PUESTA EN MARCHA	
Mano de obra	\$ 44,735,931
Materiales	\$ 12,174,014
Servicios	\$ 26,063,692
Transporte	\$ 21,300,000
TOTAL	\$ 104,273,637

(Área de Adquisiciones y logística Constructora Conconcreto S.A., 2010)

Este costo total del overhaul de la planta de trituración móvil para utilizar en el proyecto de doble calzada entre Loboguerrero y Cisneros, es contrarrestado al área de equipos y mantenimiento, ya que la trituradora es vendida al Consorcio para su utilización en la obra; el valor de esta venta es de \$370'000.000.

Aunque inicialmente la idea era arrendar la planta de trituración móvil por parte del área de equipos al consorcio, éste mismo decidió solicitar la compra de la máquina ya que era más rentable para el proyecto. El costo de arrendamiento tenía un valor mensual de \$40'000.000 y se pronostica que el proyecto dure un estimado de 24 meses durante su ejecución, por esta razón la trituradora es vendida. Sin embargo, el valor de adquisición de todo el conjunto de trituración adquirido por la Constructora en el año 1993 había tenido un valor de \$280'817.000. Por tal motivo estamos hablando que luego de 17 años de operación de la planta de trituración, esta tras una inversión de \$104'273.637, tiene un valor de venta mayor al valor de adquisición inicial. (Constructora Conconcreto S.A., 2011)

## CONCLUSIONES

Mediante las plantas de trituración de materiales, se obtienen por medio de diferentes procesos, diversa cantidad de agregados y concentrados para todo tipo de aplicaciones de ingeniería y construcción.

Para una larga vida útil de la planta de trituración móvil en el proyecto, y evitar paradas en la producción y tiempos muertos; un buen plan de mantenimiento preventivo y programado es la más adecuada opción de trabajo.

Las plantas de trituración móvil para un proyecto de doble calzada necesitan llevar consigo tantas cantidades de componentes, como tipos de material se deseen obtener, así entonces, luego de alimentar la planta, se hacen los reprocesos necesarios para extraer los diferentes tipos y tamaños del material.

Los procesos de logística y transporte tienen consigo diversos cuidados tanto de operación, como legislativos, pues se pueden infringir normas del ministerio de transporte por viajar con carga extra dimensionada, con más tonelaje en la capacidad de carga, o por viajar en días en los que se tenga restricción vehicular de carga. Además, se recomienda al viajar con equipos de alto valor, rastrear el vehículo satelitalmente durante el desplazamiento.

Para la operación de una planta de trituración móvil, se requiere de una zona que tenga la amplitud suficiente para la recolección y reserva del material, y para el movimiento de maquinaria de movimiento de tierras. Zona en la cual previamente, se hicieron trabajos de compactación del terreno, para así evitar accidentes por movimientos inadecuados de la placa superficial por desplazamiento del terreno interno.

Al tener una planeación de mantenimiento correctivo adecuada, se puede lograr la recuperación y mejoramiento de componentes para que después de esto, puedan

cumplir sus funciones específicas a cabalidad, dando la confiabilidad y seguridad durante la ejecución de las posteriores actividades que cada uno de estos realice.

Para proyectos y actividades en las cuales se corre el riesgo de alta accidentalidad en el personal y a su vez se exponen las máquinas a daños por su montaje y transporte, es de vital importancia tener un plan de izaje de cargas, para que aquí queden los cálculos previos y la planeación correcta del trabajo a realizar.

La mejor y más práctica forma de confiar en una exitosa puesta en marcha de la trituradora del proyecto; es probar previamente ítem por ítem durante su mantenimiento en el taller; así al momento de ensamblar la planta móvil solo es necesario realizar pruebas y corregir fallas minuciosas.

Con una buena planeación de mantenimiento correctivo se puede lograr una acción tan importante como la de recuperar una máquina, la cual a simple vista se podía confundir con 50 toneladas de chatarra (acero oxidado y deteriorado) aproximadamente, las cuales después de dos meses de trabajo se pudieron convertir en una planta de trituración móvil reciente, aparentando un óptimo estado físico y con la suficiente capacidad de producción que requiere el proyecto.

El cuidado, mantenimiento y overhaul de la planta de trituración móvil de este costo y magnitud, es económicamente la mejor inversión, puesto que aquí se puede llegar a ahorrar hasta un 10% de la inversión de la máquina si esta se adquiriera nueva para el proyecto.

## BIBLIOGRAFIA

ASTECNIA. [http://www.astecnia.com/pl\\_trituracion.htm](http://www.astecnia.com/pl_trituracion.htm) [Citado el: 15 de Octubre de 2010]

CONCRETO.

<http://www.concreto.com/Default.aspx?tabid=58&idProyecto=385>

[Citado el: 15 de Octubre de 2010]

TELSMITH. <http://www.telsmith.com/downloads/PlantWalkThroughLR.pdf> [Citado el: 15 de Octubre de 2010]

TELSMITH. <http://www.telsmith.com/downloads/SBSSpanishLR.pdf> [Citado el: 15 de Octubre de 2010]

ZENITH. <http://www.trituradora.net/> [Citado el: 17 de Octubre de 2010]

HENAN LIMING ROAD & BRIDGE HEAVY INDUSTRY CO. <http://www.break-day.com/> [Citado el: 17 de Octubre de 2010]

CAMACOL.

[http://camacol.co/sites/default/files/secciones\\_internas/EE\\_Inv20081119101141\\_0.pdf](http://camacol.co/sites/default/files/secciones_internas/EE_Inv20081119101141_0.pdf) [Citado el: 15 de abril de 2011]

PRESIDENCIA.

[http://www.presidencia.gov.co/prensa\\_new/decretoslinea/1990/agosto/06/dec1809061990.pdf](http://www.presidencia.gov.co/prensa_new/decretoslinea/1990/agosto/06/dec1809061990.pdf) [Citado el: 15 de abril de 2011]

ENTREVISTA con Ing. Manuel Eduardo Garzón, Gerente de equipos Constructora Concreto. Medellín, Septiembre de 2010

ENTREVISTA con Ing. Manuel Eduardo Garzón, Gerente de equipos Constructora Concreto. Porce III, Noviembre de 2010

ENTREVISTA con Ing. Santiago Abraham Montoya, Jefe de Taller área de equipos Constructora Concreto. Medellín, Agosto de 2010

ASTECNIA. Manual de operación, mantenimiento y partes, Trituradora de mandíbula LB9664 (Enero de 2008). [Citado el 5 de Marzo de 2011]

ASTECNIA. Catálogo de Trituradoras de conos Telsmith (1993). [Citado el 5 de Marzo de 2011]

ENTREVISTA con Ing. Andrés Felipe Nieto, Ingeniero de obra Constructora Concreto. Porce III, Septiembre de 2010

ENTREVISTA con José Alonso Molina, Analista de alquiler de equipos Constructora Concreto. Medellín, Marzo de 2011

ENTREVISTA con John Jairo Córdoba, Analista de adquisiciones y logística Constructora Concreto. Porce III, Septiembre de 2010

ENTREVISTA con Oscar Meneses, Operador de trituradora Constructora Concreto. Medellín, Septiembre de 2010

ENTREVISTA con León Calle, Electricista de alta Constructora Concreto. Medellín, Noviembre de 2010

## ANEXOS

Tabla 5. Componentes utilizados en el overhaul.

<b>COMPONENTES UTILIZADOS EN EL OVERHAUL</b>		
<b>DENOMINACION COMPONENTE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
DISCO METAL T-27 4 1/2" X 1/4" X 7/8"	3	UND
DISCO PARA PULIR METAL 7" X 1/4" X 7/8"	7	UND
VIDRIO RECTANGULAR BLANCO	2	UND
SOLDADURA SUPER 6-46 1/8	6	KG
PAPEL DE LIJA AGUA Nº 180	2	UND
PAPEL DE LIJA AGUA No 220	2	UND
TORNILLO 24 X 90MM CH G10 PASO 3	1	UND
GRATA TRENZADA EN COPA 4" X 5/8"	2	UND
SOLDADURA E-7018 1/8=GRISTAR 15 3.25MM	10	KG
SOLDADURA E-6011 1/8"	5	KG
ARANDELA PLANA 1"	26	UND
GRATA ENTORCHADA CIRCULAR 4"1/2 EJE 5/8	13	UND
THINER COMUN	16	GL
DESENGRASANTE INDUSTRIAL MEGA BIG G105	10	GL
WIPALL ANTIBAC ROLL X-80 42CMSX28CM	24	UND
ANTICORROSIVO GRIS PINTUCO 507	5	GL
ANTICORROSIVO GRIS FINO RF 14033	36	UND
PROTECTOR AUDITIVO REF.9-092 ARSEG	3	UND
GUANTE DE BAQUETILLA TIPO INGENIERO	7	PAR
CEPILLO ALAMBRE VIP 1000F	2	UND
POLIETILENO NEGRO CALIBRE 4	4,5	KG
SOLDADURA 680 3/32 ACERO	2	KG
ABRAZADERA S/F 10-04 DE 1/4"	1	UND
GUANTE DE CAUCHO CALIBRE 35	2	PAR
ACEITE MOBILUBE HD 80W90	2	GL
MOTOR KOTE M.K.T.C	4	OZ
LECTRA CLEANER	2	GL
TUBO HALOGENO 1500 W-220 V	12	UND
CAJA PVC 4X4	2	UND
TOMA PATA TRABADA 20 AMP CAJA-IMET	4	UND
TORNILLO 1/2" X 6 1/2" RO CH G5	2	UND
TORNILLO 7/16" X 2" RO CH G5	2	UND
TORNILLO 1/2" X 2" RO CH G8	14	UND

REGLETA 12 PARES 4MM	1	UND
TOMA MACHO PT 20AMP	2	UND
SOCKET PARA TUBO HALOGENO	1	UND
BOMBILLO HALOGENO 500W 220V	2	UND
TORNILLO BRONCE 10 * 50 MM	6	UND
SINTESOLDA RAPIDA TRANSPARENT 10 MINUTOS	2	UND
TORNILLO 3/8" X 2 1/2" RO CH G2	4	UND
TUERCA 3/8" HEX RO G5 NEGRO	62	UND
ARANDELA PLANA 3/8	112	UND
MANGUERA SINFLEX DE 5/16"	0.5	M
EMPAQUE ESPONJOSO 1" X 5/32"	2	UND
STOP TRASERO 4-79 PARA C70	4	UND
TERMINAL ANILLO C.01.1110 AZUL 3/16 3M	10	UND
CORREA DE AMARRE 6252 BLANCA 38.1 CMS	30	UND
TERMINAL HEMBRA C.54.1203 AZUL 16A14 3M	25	UND
TERMINAL MACHO C.63.1203 AZUL 16 A 14 3M	25	UND
CONECTOR TUBULAR C42-1101 AZUL	15	UND
CABLE ENCAUCHETADO 4X16	16	M
BRONCE MACIZO 5/8	0.14	M
GRASA BEG PARA RODAMIENTOS	6,5	LB
BARRA PARA CUÑA 1/2"	13	CM
HOJA PARA SIERRA	7	UND
TORNILLO 7/8" X 4" RO CH G5	4	UND
TUERCA 7/8 RO HEXAGONA-G.5	4	UND
ARANDELA PLANA 7/8"	8	UND
WASA 7/8"	4	UND
WASA 1/4"	16	UND
RODAMIENTO 6209 2RS	2	UND
TORNILLO 5 X 10MM CH G8.8 PASO 0.8	4	UND
PAPEL DE LIJA AGUA # 80	2	UND
TORNILLO BRISTOL 3/8" X 1/2" RO CP G8	4	UND
GUANTES 11918909-T9 ZUBIOLA	2	PAR
PAPEL DE LIJA AGUA No 320	4	UND
PAPEL DE LIJA AGUA No 280	2	UND
RETENEDOR 98-140-12	2	UND
RETENEDOR 35 X 62 X 9 = 1548221 VOLVO	1	UND
CONECTOR 7 VIAS HEMBRA	1	UND
GUANTE DE CARNAZA PARA SOLDADOR REF.00	1	PAR
PINZA PORTAELECTRODO 300 AMP JACKSON	1	UND
CHUMACERA NP 513	2	UND
RODAMIENTO UC213	8	UND

RODAMIENTO YAR208 PARA EJE DE 1 1/2"	6	UND
ARANDELA 1/2"	12	UND
ANGULO 1" X 1/8" X 6M	5	UND
JABON DE MANOS CORCEL II	5	GL
AFLOJADOR PENETRANTE GX414	16	L
GRASERA 1/8" RECTA	10	UND
GRASERA 1/4" RECTA	10	UND
GRASERA 1/4" RECTA NPT	10	UND
CHAPETA BANDA 5/16	37	UND
CHAPETA BANDA 2"	250	JGO
DISCO PARA PULIR METAL 7" X 1/4" X 7/8"	1	UND
TORNILLO 20 X 80MM PASO 2.5	1	UND
TUERCA 20MM HEXAGONA G5	1	UND
ARANDELA 1 1/4"	2	UND
WASA 9H1031 CATERPILLAR	1	UND
GRATA FULLER 81106-3X1/2	6	UND
OXIGENO GASEOSO INDUSTRIAL	6.5	M3
ANGULO 1" X 1/8" X 6M	2	UND
TORNILLO 1" X 4" RO CH G8 = 1D4639 CAT	8	UND
TUERCA 1" RO G5 = 2J3507 CATERPILLAR	8	UND
ESPARRAGO 32 X 225MM CON TCA	8	UND
ARANDELA 1 3/8"	16	UND
BANDA DP 158	8	UND
TORNILLO 3/8" X 1" RO CH G5	50	UND
TUERCA 1" RO HEX G8	6	UND
TUERCA NEGRA 3/4" RO HEXAGONA G8	4	UND
VARILLA ROSC. 1" X 1M G2 NEGRA	1.2	M
BOLSA DE TELA PARA TRITURADORA 45*35 CMS	47	UND
BOLSA DE TELA PARA TRITURADORA 45*35 CMS	1	UND
MANGUERA SINFLEX 3/8"	1.5	M
FITTING 3/8"	4	UND
ANILLO DE COBRE 3/8"	4	UND
RACOR 507 1/4 NPT X 1/4 NPS	3	UND
RACOR 507 3/8 X 1/2	1	UND
RACOR 540 X 1/4	1	UND
SOLDADURA E-7018 3/32"	5	KG
TORNILLO 1" X 3" RO CH G5	4	UND
WASA 1"	4	UND
TUERCA 1" RO G5 = 2J3507 CATERPILLAR	4	UND
BORNERA 12PTOS E110	1	UND
TORNILLO ESTUFA 5/32" X 1" RO CR G2	10	UND

BOMBILLO 2 CONT.10W BAYONETA	6	UND
POMADA PARA SOLDAR CON ESTAÑO	1	UND
SOLDADURA ESTAÑO POR CARRETE 1/16	1	UND
CINTA AISLANTE SCOTCH 33	1	UND
CINTA ENMASC.12MMX40M TESA	1	ROL
RODAMIENTO 6305 2RS = 5P7807 CATERPILLAR	1	UND
RETENEDOR 30 X 45 X 8 B.WHITEMAN	1	UND
SACUDIDOR 100X70 DE DULCEABRIGO ROJO	2	UND
RODAMIENTO SET 408 (39590/39520)	4	UND
RODAMIENTO 47686 BOCIN TRASERO 900	4	UND
FITTING 3/8"	4	UND
ANILLO DE COBRE 3/8"	4	UND
CORREA DE AMARRE 6250 BLANCA 20.2CMS	10	UND
RETENEDOR 456618 =100 X 45 X 12 (800)	4	UND
ANTICORROSIVO CROMATO ZINC BLANCO	2	GL
ESMALTE SINTETICO BLANCO BRILLANTE	4	GL
REMACHE POP. 3/16 X 1/2	300	UND
SIKAFLEX 1A BLANCO X 305 CC	5	UND
CINTA ENMASCARAR 3/4" X 40M	3	ROL
SOLDADURA ARCAIR 1/4 PARA CORTE EN FRIO	1	KG
CARCRYL IMPERMEABILIZ BODY SCHUTZ NEGRO	5	UND
ANTICORROSIVO EPOXIPOLIAMI PINTUCO 10046	1	GL
CATALIZADOR POLIAMIDICO 13229 PINTUCO	1	CTO
CARCRYL IMPERMEABILIZ BODY SCHUTZ NEGRO	3	UND
CALCOMANIA CC 22X20 P.	2	UND
TORNILLO 1/2" X 1 1/2" RO CH G5	3	UND
TUERCA 1/2" RO HEX G5	3	UND
TORNILLO ENSAMBLE 3/16" X 3"	100	UND
SUPER T FORMAleta 19MM DE 1.53X2.44	2	UND
ARANDELA 1/2"	6	UND
ANGULO 2" X 1/4" X 6M	4	UND
OXIGENO GASEOSO INDUSTRIAL	6.5	M3
SHAMPOO CAR WASH	1	L
CODO 90 GALV 3"	1	UND
LOCTITE 567 SELLANTE DE TUBERIA P.S.T	1	UND
NIPLE GALV 3" DE 16-20 CM	1	UND
TEE GALV 3"	1	UND
TAPON GALV 3" MACHO	1	UND
TORNILLO 1/2" X 1 1/2" RO CH G5	16	UND
TUERCA 1/2" RO HEX G5	16	UND
ARANDELA 1/2"	32	UND

RETENEDOR 30 X 45 X 8 B.WHITEMAN	1	UND
PEGA RAPIDA SUPERBONDER LOCTITE 3 GRAMOS	1	UND
NARIGUERA DESECHABLE 9530 N-95 GRIS	24	UND
RODAMIENTO 6013 ZZ	2	UND
RODAMIENTO 6308 2RS	2	UND
RODAMIENTO 6305 2RS = 5P7807 CATERPILLAR	1	UND
TORNILLO 16 X 100MM CH G8	1	UND
TORNILLO 10 X 30MM CH G8.8 PASO 1.50	4	UND
WASA 7/16"	4	UND
WASA 5/16"	8	UND
SELLADOR MAGNA 940 RAPID REPAIR	0.7	G
TORNILLO BRISTOL 1/2" X 1" RO CP G8	2	UND
RETENEDOR 38 X 62 X 10	1	UND
RODAMIENTO 6213 ZZ	1	UND
RODAMIENTO 6211 2RS	1	UND
RODAMIENTO 6206 2RS	1	UND
TORNILLO 8 X 25MM CH G8.8 PASO 1.25	1	UND
WASA 3/8"	6	UND
WASA 11/16"	2	UND
PIN CHAVETA 5/32 X 1 1/2	3	UND
TORNILLO 1/2" X "1 RF CH G5	2	UND
RETENEDOR 65 X 90 X 10	2	UND
TORNILLO 7/16" X 1" RF CH G5	6	UND
TORNILLO 7/16" X 1" RO CH G8	3	UND
TORNILLO ESTUFA 3/16" X 1/2" CR G2	12	UND
ARANDELA PLANA 3/16	12	UND
<b>COSTO TOTAL COMPONENTES</b>	<b>\$</b>	<b>12,073,332</b>